

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載され
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

JC876 U.S. PRO
10/028364
12/28/01

#2

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年12月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-401591

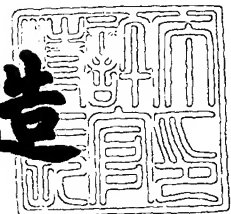
出 願 人
Applicant(s):

ホーヤ株式会社

2001年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-310242

【書類名】 特許願

【整理番号】 00P10018

【提出日】 平成12年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/12

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

 【氏名】 加々見 薫

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

 【氏名】 黒澤 寿久

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

 【氏名】 浅井 英邦

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都昭島市武蔵野3丁目3番1号 ホーヤファイバフ
 ォトニクス株式会社内

 【氏名】 横山 精一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

 【氏名】 横尾 芳篤

【特許出願人】

 【識別番号】 000113263

 【氏名又は名称】 ホーヤ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100101502

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 安齋 嘉章

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062628

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光フィルタモジュール及びこれを用いた各種光学装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 特定波長の光を選択的に透過、減衰又は反射させる光フィルタと、

前記光フィルタに供給される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、

前記光フィルタを介して前記第1光学系と対向して設けられ、前記光フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第2光学系とを備えた光フィルタモジュールであって、

前記光学系の各々は前記光ファイバと光フィルタを光学的に連結するレンズを備え、

前記光フィルタの光路を含む面は前記第1又は第2光学系のいずれか一方のレンズの光路を含む端面に密着された状態で前記光路とならない部分に塗布された接着剤により接合されており、

前記光フィルタ及びレンズの少なくとも一方の接合面には前記接合面間に浸入した接着剤を滞留させて前記接着剤が前記光路に侵入することを阻止する溝部が形成されている光フィルタモジュール。

【請求項2】 特定波長の光を選択的に透過、減衰、又は反射させる光フィルタと、

前記光フィルタに供給される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、

前記光フィルタを介して前記第1光学系と対向して設けられ、前記光フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第2光学系とを備えた光フィルタモジュールであって、

前記各々の光学系は前記光ファイバと光フィルタを光学的に連結するレンズを備えており、

前記光学系の一方のレンズの端面には光路を含む凸面と、前記凸面の周囲から前記凸面より前記光路方向外側に突出する平坦部が形成されており、

前記光フィルタの光路を含む面は前記レンズの平坦部に密着された状態で前記光路とならない部分に塗布された接着剤により前記レンズに接合されている光フ

フィルタモジュール。

【請求項 3】 特定波長の光のみを選択的に透過し、その他の波長の光を反射する波長選択フィルタと、

前記波長選択フィルタに供給される光を導く光ファイバと前記波長選択フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第 1 光学系と、

前記波長選択フィルタを介して前記第 1 光学系と対向して設けられ、前記波長選択フィルタから供給される光又は前記波長選択フィルタに供給される光のいずれかを導く光ファイバを含む第 2 光学系を備えた光合波分波器であって、

前記光学系の各々は前記光ファイバと波長選択フィルタを光学的に連結するレンズを備え、

前記光フィルタの光路を含む面は前記第 1 光学系のレンズの光路を含む端面に密着された状態で前記光路とならない部分に塗布された接着剤により接合されており、

前記光フィルタ及びレンズの少なくとも一方の接合面には前記接合面間に浸入した接着剤を滞留させて前記接着剤が前記光路に侵入することを阻止する溝部が形成されている光合波分波器。

【請求項 4】 特定波長の光のみを選択的に透過し、その他の波長の光を反射する波長選択フィルタと、

前記波長選択フィルタに供給される光を導く光ファイバと前記波長選択フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第 1 光学系と

前記波長選択フィルタを介して前記第 1 光学系と対向して設けられ、前記波長選択フィルタから供給される光又は、前記波長選択フィルタに供給される光のいずれかを導く光ファイバを含む第 2 光学系を備えた光合波分波器であって、

前記各々の光学系は前記光ファイバと光フィルタを光学的に連結するレンズを備えており、

前記第 1 光学系のレンズの端面には光路を含む凸面と、前記凸面の周囲から前記凸面より前記光路方向外側に突出する平坦部が形成されており、

前記光フィルタの光路を含む面は前記レンズの平坦部に密着された状態で前記光路とならない部分に塗布された接着剤により前記レンズに接合されている光合

波分波器。

【請求項 5】 透過する波長帯域が互いに異なる波長分割フィルタを有する請求項 3 又は 4 の光合波分波器を複数備え、1 の光合波分波器の第 1 光学系の波長選択フィルタから供給される光を導く光ファイバを他の光合波分波器の第 1 光学系の波長選択フィルタに光を供給する光ファイバに接続し、複数の波長帯域を有する光合波分波器信号を各波長帯域の光信号に分離する光信号分離装置。

【請求項 6】 透過する波長帯域が互いに異なる波長分割フィルタを有する請求項 3 又は 4 の光合波分波器を複数備え、1 の光合波分波器の第 1 光学系の波長選択フィルタから供給される光を導く光ファイバを他の光合波分波器の第 1 光学系の波長選択フィルタに光を供給する光ファイバに接続し、第 2 光学系から波長選択フィルタを透過した光と順次合波する光信号結合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光フィルタモジュール及びこれを用いた各種光学装置に係り、特に、光フィルタと光フィルタに供給する光を導く光学系と光フィルタから供給された光を導く光学系とを含む光フィルタモジュール及びこれを用いた光合波分波器や光等化器等の各種の光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学の分野では、特定波長の光を選択的に透過、減衰又は反射する光フィルタと、この光フィルタに光を供給したり又は光フィルタからの光を導光したりする光学系を含む光フィルタモジュールが用いられている。このような光フィルタモジュールとしては、例えば、波長の異なる複数の光を合波したり、光を波長の異なる複数の光に分波する光合波分波器や、光の強度が波長に対して一定でない場合、これを一定に補正する光等化器等が知られている。

【0003】

図 3 2 は光フィルタモジュールの一例である光合波分波器 9 0 を示す。

この光合波分波器 9 0 は、2 本の光ファイバ 1 0 1、1 0 2 を有する第 1 コリ

メータ 1 0 0 と、1 本の光ファイバ 1 1 1 を有する第 2 コリメータ 1 1 0 と、これらのコリメータ 1 0 0、1 1 0 の間に配置された波長選択フィルタ 9 5 とを備えている。

【 0 0 0 4 】

第 1 コリメータ 1 0 0 及び第 2 コリメータ 1 1 0 は、光ファイバを保持するセラミクス製のファイバ保持具 1 0 4、1 1 4 を備えている。第 1 コリメータ 1 0 0 のファイバ保持具 1 0 4 にはその長手方向に沿って 2 本の断面円形状の貫通孔が形成されており、第 2 コリメータ 1 1 0 のファイバ保持具 1 1 4 にはその長手方向に沿って 1 本の断面円形状の貫通孔が形成されている。光ファイバはこれらの貫通孔に挿入され、接着剤で固定されることにより保持されている。

【 0 0 0 5 】

また、第 1 コリメータ 1 0 0 及び第 2 コリメータ 1 1 0 には光のコリメート及び収束を行うロッドレンズ 1 0 3、1 1 2 が設けられている。このロッドレンズ 1 0 3、1 1 2 は光ファイバ保持具 1 0 4、1 1 4 と共に内側保持具 1 0 5、1 1 5 に保持されており、この内側保持具 1 0 5、1 1 5 は外側保持具 1 2 0 内に接着剤又は半田等を用いることにより、或は Y A G 溶接等の方法で固定されている。

【 0 0 0 6 】

波長選択フィルタ 9 5 はロッドレンズ 1 0 3 と密着した状態で接合され、その接合面の周囲に塗布された接着剤 1 0 7 により固定されている。

【 0 0 0 7 】

このような光合波分波器 9 0 により分波を行う場合、第 1 コリメータ 1 0 0 の光ファイバの一方に入射された光はロッドレンズ 1 0 3 でコリメートされ、波長選択フィルタ 9 5 に到達する。この波長選択フィルタ 9 5 で反射された波長の光はロッドレンズ 1 0 3 を通って第 1 コリメータ 1 0 0 の他の光ファイバから出射される。一方、波長選択フィルタ 9 5 を透過する波長の光は第 2 コリメータ 1 1 0 のロッドレンズ 1 1 2 により収束されて光ファイバ 1 1 1 から出射される。

【 0 0 0 8 】

また、このような光合波分波器 9 0 により合波を行う場合、第 2 コリメータ 1

1 0 の光ファイバ 1 1 1 から入射された光は、第 1 コリメータ 1 0 0 の光ファイバの一方から導入された光に結合され、第 1 コリメータの他方の光ファイバから出力される。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記のような光合波分波器 9 0 においては、ロッドレンズ 1 0 3 と波長選択フィルタ 9 5 の外周面に塗布した硬化前の接着剤 1 0 7 が毛細管現象によりロッドレンズ 1 0 3 と波長選択フィルタ 9 5 の接合面の間に浸透する場合がある。また、ロッドレンズ 1 0 3 の接合面に対して波長選択フィルタ 9 5 の接合面が傾き、これによってロッドレンズ 1 0 3 と波長選択フィルタ 9 5 の間に間隙が生じ、この間隙から硬化前の接着剤 1 0 7 が浸透する場合がある。

【 0 0 1 0 】

この接着剤 1 0 7 が光路を含む接合面の中心部分まで達すると、接着剤が光路を遮断して光の損失を増大させる。また、使用環境下での温度変化により接合面に浸透した接着剤 1 0 7 が膨張、収縮して、波長選択フィルタ 9 5 の位置ずれが生じたり、また光部品の接触により応力が発生して、光の損失を増大させる場合もある。

【 0 0 1 1 】

これを防止するためには、接着剤 1 0 7 として粘度の高いものを用いて接合面間への浸透を防止することが考えられるが、このような接着剤を用いたとしても浸透を完全に防止することは困難である。また、粘度の高い接着剤は塗布量の制御が困難であり、接着剤を塗布するためのディスペンサーが高価であるという問題もある。さらに、そもそも光部品の接合では熱膨張性が低い接着剤を用いる必要があるため、所望の粘度を有する接着剤の選択の幅が非常に狭いという問題もある。

【 0 0 1 2 】

本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、ロッドレンズと光フィルタの接合面の間へ浸透した接着剤による光の損失を低減することができる光フィルタモジュール及びこれを用いた光合波分波器等の各種の光学装置を

提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため本発明の光フィルタモジュールは、特定波長の光を選択的に透過、減衰又は反射させる光フィルタと、前記光フィルタに供給される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、前記光フィルタを介して前記第1光学系と対向して設けられ、前記光フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第2光学系とを備え、前記光学系の各々は前記光ファイバと光フィルタを光学的に連結するレンズを備え、前記光フィルタの光路を含む面は前記第1又は第2光学系のいずれか一方のレンズの光路を含む端面に密着された状態で前記光路とならない部分に塗布された接着剤により接合されており、前記光フィルタ及びレンズの少なくとも一方の接合面には前記接合面間に浸入した接着剤を滞留させて前記接着剤が前記光路に侵入することを阻止する溝部が形成されている。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の光フィルタモジュールは、特定波長の光を選択的に透過、減衰、又は反射させる光フィルタと、前記光フィルタに供給される光を導く光ファイバを含む第1光学系と、前記光フィルタを介して前記第1光学系と対向して設けられ、前記光フィルタから供給される光を導く光ファイバを含む第2光学系とを備え、前記各々の光学系は前記光ファイバと光フィルタを光学的に連結するレンズを備えており、前記光学系の一方のレンズの端面には光路を含む凸面と、前記凸面の周囲から前記凸面より前記光路方向外側に突出する平坦部が形成されており、

前記光フィルタの光路を含む面は前記レンズの平坦部に密着された状態で前記光路とならない部分に塗布された接着剤により前記レンズに接合されている。

【 0 0 1 5 】

本発明に係る光フィルタモジュールによれば、光フィルタとロッドレンズの接合面に浸入した硬化前の接着剤は溝部又は凸面と平坦部との間に滞留されるので、この接着剤が光路となる中心部分まで達して光路を遮断することが防止される。

また、接合面間に浸透した接着剤が使用環境下での温度変化により膨張、収縮した場合、この膨張、収縮部分を溝部又は凸面と平坦部との間で吸収することができる。従って、光の損失の少ない光フィルタモジュールを提供することが可能になる。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は本発明に係る光合波分波器の第 1 実施形態を示す。この光合波分波器 10 は 1 本の光ファイバを伝搬してきた波長の異なる複数の光信号を各波長の光に分波したり、逆に、波長の異なる複数の光信号を合波して 1 本の光ファイバに導入したりする場合に用いられる。

【 0 0 1 7 】

この光合波分波器 10 は、互いに対向して設けられた第 1 光学系である第 1 コリメータ 20 及び第 2 光学系である第 2 コリメータ 30 と、この第 1 コリメータ 20 及び第 2 コリメータ 30 の間に設けられた波長選択フィルタ 40 と、第 1 コリメータ 20 及び第 2 コリメータ 30 を保持する外側保持具 50 とを備えている。

【 0 0 1 8 】

第 1 コリメータ 20 は、伝送路端子ファイバ 21 と、反射端子ファイバ 22 と、これらのファイバ 21、22 を保持するためのファイバ保持具 23 と、このファイバ保持具 23 に対向して設けられたロッドレンズ 24 と、ファイバ保持具 23 とロッドレンズ 24 とを保持する内側保持具 25 とを備えている。

【 0 0 1 9 】

伝送路端子ファイバ 21 は、合波時には合波された光を導き、分波時には分波される光を導く。また、反射端子ファイバ 22 は、合波時には合波される光を導き、分波時には分波された光を導く。このようなファイバ 21、22 としては、光通信等で用いられる光ファイバ、通常はシングルモード光のみ伝搬するシングルモードファイバが用いられる。この光ファイバの材質は用途に応じて適宜選択することができ、例えば、1.55 μm 帯の光を伝搬する場合には、石英系ファ

イバが用いられる。本発明に係る光合波分波器 1 0 においては、波長選択フィルタ 4 0 からの光を利用しない場合は、反射端子ファイバ 2 2 を設ける必要はない。

【 0 0 2 0 】

ファイバ保持具 2 3 は円柱状の部材であり、その一端は光軸に垂直な垂直面 2 3 b とされ、他端は光軸に垂直な面に対し所定の角度（例えば、 8° ）をなす傾斜面 2 3 c となるように研磨されている。このファイバ保持具 2 3 には、図 2 又は図 3 に示されるように、その長手方向中心軸に沿って貫通孔 2 3 a が形成されている。伝送路端子ファイバ 2 1 及び反射端子ファイバ 2 2 はこの貫通孔 2 3 a に挿入され、熱硬化型接着剤や光硬化型接着剤（例えば、紫外線硬化型接着剤）等の接着剤で固定されることにより保持される。この貫通孔 2 3 a は、例えば、図 2 に示されるように 2 本のファイバ 2 1、2 2 を対角線上に並べて挿入することができる断面正形状、又は、図 3 に示されるように 2 本のファイバを長手方向に並べて挿入することができる断面長形状に形成されている。これによって、ファイバ 2 1、2 2 を貫通孔 2 3 a に挿入したり、貫通孔 2 3 a 内でこれらのファイバ 2 1、2 2 を調芯するのが容易になる。また、これらのファイバ 2 1、2 2 が貫通孔 2 3 a 内で捻じれたり、その相対位置が変化したりすることがなくなり、分波及び合波の損失を低減することが可能になる。

【 0 0 2 1 】

このようなファイバ保持具 2 3 は、ホウケイ酸ガラス等のガラス、ジルコニア等のセラミックス等で形成することができる。ファイバ保持具 2 3 がガラスで形成されている場合、ファイバ 2 1、2 2 を目視しながら貫通孔 2 3 a に挿入することが可能になるとともに、接着剤として光硬化型樹脂を用い、外部から光を照射してファイバ 2 1、2 2 の固定を行うことが可能となる。

【 0 0 2 2 】

伝送路端子ファイバ 2 1 及び反射路端子ファイバ 2 2 は、一端がファイバ保持具 2 3 の垂直面 2 3 b より外部に引き出されており、他端は傾斜面 2 3 c と同一平面を形成するように配置されている。

【 0 0 2 3 】

ロッドレンズ24はガラス等の光学材料で形成された円柱状の部材であり、一端が光軸に垂直な垂直面24bとされ、他端は光の入射効率を向上させるため光軸に垂直な面に対し所定の角度（例えば、 8° ）をなす傾斜面24aとされている。このロッドレンズ24は、傾斜面24a側から入射された光をコリメートし、垂直面24b側から入射した光を収束するように半径方向に屈折率分布が形成されている。このロッドレンズ24の両端面24a、24bには反射防止膜が形成されていることが好ましい。

【0024】

このロッドレンズ24として、ピッチが0.25未満のものを用いることにより、ロッドレンズ24とファイバ保持具23が接しない状態で光合波分波器を構成できる。従って、各構成部品の熱膨張、収縮に伴ってロッドレンズ24とファイバ保持具23の衝突が起こったり、位置ずれが生じるのを防止することができる。また、ロッドレンズ24とファイバ保持具23を接着剤等で接合する必要がないので、光路に接着剤が浸透することがなくなる。さらに、ロッドレンズ24及びファイバ保持具23の傾斜面23c、24aに依存しないでこれらを容易に調芯することが可能になる。一方、ロッドレンズとして、ピッチが0.2以下のものを用いると、収差が大きくなるとともに、組み立て時の取扱が困難になる。従って、ロッドレンズの24としては、ピッチが0.2以上0.25未満のもの、特に0.23程度のものを用いるのが好ましい。

【0025】

内側保持具25はホウケイ酸ガラスや石英ガラス等のガラスやステンレス等の金属材料で形成された円筒状の部材であり、その内径はファイバ保持具23及びロッドレンズ24の外径よりやや大きく設定されている。ファイバ保持具23及びロッドレンズ24は接着剤27により内側保持具25の内面に所定の距離を介して固定されている。

【0026】

上記の第1コリメータ20では、伝送路端子ファイバ21に入射された光はロッドレンズ24を介して波長選択フィルタ40に到達し、波長選択フィルタ40で反射された光がロッドレンズ24を通じて反射端子ファイバ22に導入される

ように位置調整されている。これによって、反射端子ファイバ22に入射された光はロッドレンズ24を介して波長選択フィルタ40に到達し、波長選択フィルタ40で反射された光はロッドレンズ24を通じて伝送路端子ファイバ21に導入される位置関係になる。

【0027】

第2コリメータ30は、合波時には合波される光を導き、分波時には分波された光を導く通過端子ファイバ32と、通過端子ファイバ32を保持するためのファイバ保持具23と、このファイバ保持具23に対向して設けられたロッドレンズ24と、ファイバ保持具23とロッドレンズ24とを保持する内側保持具25とを備えている。この第2コリメータ30は、ファイバ保持具23の貫通孔を断面円形状にすることができる点を除いては第1コリメータ20と同一構成を有するため、その詳細な説明は省略する。

【0028】

第1コリメータ20のロッドレンズ24の垂直面24bには、特定波長の光を透過し、それ以外の光を反射する波長選択性を有する波長選択フィルタ40が設けられている。この波長選択フィルタ40は、波長選択フィルタ40及びロッドレンズ24の外周面に設けられた接着剤42によりロッドレンズ24の垂直面24bに接合されている。

この波長選択フィルタ40としては、例えば、特定波長範囲の光のみを透過させるバンドパスフィルタ、特定波長以上の光のみを透過させるハイパスフィルタ、特定波長以下の光のみを透過させるローパスフィルタ等を用いることができる。

【0029】

このような波長選択フィルタ40としては、例えば、高屈折率誘電体膜と低屈折率誘電体膜とを交互に積層した誘電体多層膜フィルタが用いることができる。この場合、波長選択フィルタ40の波長選択性は誘電体膜の層数、材質等を変えることにより適宜変更することが可能である。

【0030】

この波長選択フィルタ40の接合面には、接着剤42が波長選択フィルタ40

及びロッドレンズ 2 4 の光路となる中心部分に侵入するのを防止するための溝部 4 0 g が形成されている。この溝部 4 0 g は、例えば、図 4 に示されるような光路を含む中心部分を取り囲むような格子状、図 5 に示されるような接着剤 4 2 を塗布する部分と中心部分を遮断するような 1 対の平行状、図 6 に示されるような接着剤 4 2 を塗布する部分と中心領域を遮断するような 2 対の平行状、又は図 7 に示されるような光路を含む中心部分を取り囲むような三角形状に形成することができる。これによって、ロッドレンズ 2 4 と光フィルタ 4 0 の接合面に侵入した接着剤 4 2 を溝部 4 0 g で滞留させ、接着剤 4 2 が光路となる中心部分に侵入することを防止することができる。このような溝部 4 0 g は、例えば、ダイヤモンドブレードを用いて波長選択フィルタ 4 0 の接合面を切削することにより形成される。

この波長選択フィルタ 4 0 の第 2 コリメータ 3 0 側の端面には、必要に応じ、反射防止膜が形成される。

【 0 0 3 1 】

波長選択フィルタ 4 0 とロッドレンズ 2 4 とを接着するための接着剤 4 2 としては、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の接合面への侵入量を減少させると共に、接合面に侵入した接着剤 4 2 を溝部 4 0 g で滞留させ易くするため、粘度が高い接着剤、通常 1 0 0 0 0 m P a . s 以上の粘度を有するものが用いられる。

【 0 0 3 2 】

外側保持具 5 0 は内径が第 1 コリメータ 2 0 及び第 2 コリメータ 3 0 の外径よりやや大きな円筒状の部材である。この外側保持具は、例えば、ステンレス等の金属材料、ホウケイ酸ガラスや石英ガラスといったガラス等で形成される。第 1 コリメータ 2 0 及び第 2 コリメータ 3 0 は接着剤 5 2 により外側保持具 5 0 の内面に所定の距離を介して固定されている。

【 0 0 3 3 】

上記構成を有する光合波分波器 1 0 において、第 1 コリメータ 2 0 、波長選択フィルタ 4 0 及び第 2 コリメータ 3 0 は、伝送路端子ファイバ 2 1 から導入された光のうち波長選択フィルタ 4 0 を透過した光が第 2 コリメータ 3 0 の透過端子

ファイバ 3 2 に収束されるように配置されている。

【 0 0 3 4 】

次に、上記の構成を有する光合波分波器 1 0 の製造方法について説明する。

まず、波長選択フィルタ 4 0 の接合面にダイヤモンドプレート等を用いて溝部 4 0 g を形成する。そして、図 8 に示されるように、必要に応じて両端面に反射防止膜を形成したロッドレンズ 2 4 の垂直面 2 4 b に波長選択フィルタ 4 0 の接合面（溝部形成面）を密着させ、これらの周囲に接着剤 4 2 を塗布して固定させる。このとき、本発明によれば、波長選択フィルタ 4 0 とロッドレンズ 2 4 の接合面に侵入した硬化前の接着剤は溝部 4 0 g に滞留されるので、接着剤 4 2 が光路となる中心部分まで達して光路を遮断することが防止される。

【 0 0 3 5 】

他方、図 9 に示されるように、ファイバ保持具 2 3 の貫通孔 2 3 a に伝送路端子ファイバ 2 1 及び反射端子ファイバ 2 2 を挿入し、接着剤を貫通孔に充填して固化させる。そして、これらのファイバ 2 1、2 2 の傾斜面 2 3 c 側の端面が傾斜面 2 3 c と同一平面を形成するように研磨を行うとともに、必要に応じて反射防止膜を形成する。

【 0 0 3 6 】

次に、図 1 0 に示されるように、波長選択フィルタ 4 0 が固着されたロッドレンズ 2 4 及びファイバ保持具 2 3 を内側保持具 2 5 に挿入する。このとき、伝送路端子ファイバ 2 1 から入射された光はロッドレンズ 2 4 を介して波長選択フィルタ 4 0 に到達し、波長選択フィルタ 4 0 で反射された光が、ロッドレンズ 2 4 を介して反射端子ファイバ 2 2 に導入されるように各構成部品の相対位置が調整される。そして、ロッドレンズ 2 4 及びファイバ保持具 2 3 と内側保持具 2 5 の内面とを接着剤 2 7 を用いて固定し、第 1 コリメータ 2 0 を形成する。

同様の手順により第 2 コリメータ 3 0 を製造する。

【 0 0 3 7 】

さらに第 1 コリメータ 2 0 と第 2 コリメータ 3 0 を外側保持具 5 0 に挿入する。このとき、第 1 コリメータ 2 0 の伝送路端子ファイバ 2 1 から導入され、波長選択フィルタ 4 0 を透過した光が、第 2 コリメータの通過端子ファイバ 3 2 に導入

されるように構成部品の相対位置が調整される。そして、第1コリメータ20と第2コリメータ30を接着剤52を用いて外側保持具50の内面に固定することにより本発明に係る光合波分波器10を得ることができる。

【0038】

上記のような工程において、ファイバ保持具23、内側保持具25及び外側保持具50がガラスという透明材料で形成することにより、構成部品の調芯をある程度目視で行うことができ、部材どうしの接触を防ぎながら、短時間で容易にアライメントを行うことが可能になる。また、上記部材がガラスで形成されていることにより、接着剤27、52として上記部材を透過する光により硬化させられる光硬化性樹脂を用い、外部から光を照射して部材の固定を行うことが可能となる。これによって、光学部品に熱処理を施すことなく、短時間で固着することができる。

【0039】

このような光硬化性樹脂としては、エポキシ系、アクリレート系等の紫外線硬化樹脂が挙げられるが、接着剤の硬化に伴う収縮による部材の調芯ずれを防止するため、硬化収縮率の小さい接着剤、通常4%以下の硬化収縮率を有するものが用いられる。尚、上記工程において、各々の接着部分において、同じ接着剤を用いることも異なる接着剤を用いることもできる。

【0040】

次に、上記の構成を有する光合波分波器10の作用について説明する。

まず、光の分波を行う場合、波長の異なる複数の光を含む光信号は伝送路端子ファイバ21により光合波分波器10により導かれる。この光信号はファイバ保持具23の傾斜面23c側より出射され、ロッドレンズ24によりコリメートされて波長選択フィルタ40に導かれる。この光信号のうち、特定波長の光は波長選択フィルタ40を透過する。波長選択フィルタ40を透過した光は第2コリメータ30のロッドレンズ24により収束されて、ファイバ保持具23により保持される通過端子ファイバ32に導かれて取り出される。

【0041】

一方、波長選択フィルタ40に導かれた光信号のうち、他の波長の光は波長選

択フィルタ 4 0 により反射される。この光は第 1 コリメータ 2 0 のロッドレンズ 2 4 により収束され、ファイバ保持具 2 3 により保持される反射端子ファイバ 2 2 に導かれて取り出される。

【 0 0 4 2 】

次に、光の合波を行う場合、合波しようとする光信号は、それぞれ反射端子ファイバ 2 2 及び通過端子ファイバ 3 2 から光合波分波器 1 0 に導かれる。反射端子ファイバ 2 2 から導かれた光はファイバ保持具 2 3 の傾斜面 2 3 c 側から出射され、ロッドレンズ 2 4 によりコリメートされて波長選択フィルタ 4 0 に導かれる。この光信号のうち、波長選択フィルタ 4 0 により反射された光はロッドレンズ 2 4 により収束されて、ファイバ保持具により保持される伝送路端子ファイバ 2 1 に導かれる。

【 0 0 4 3 】

一方、通過端子ファイバ 3 2 から導かれた光はファイバ保持具 2 3 の傾斜面側より出射され、ロッドレンズ 2 4 によりコリメートされ、波長選択フィルタ 4 0 に導かれる。この光のうち、波長選択フィルタ 4 0 を通過する光はロッドレンズ 2 4 により収束され、ファイバ保持具 2 3 により保持される伝送路端子ファイバ 2 1 に導かれ、波長選択フィルタ 4 0 により反射された光と合波されて外部に取り出される。

【 0 0 4 4 】

本発明に係る光合波分波器 1 0 によれば、波長選択フィルタ 4 0 の接合面に溝部 4 0 g を形成したことにより、波長選択フィルタ 4 0 とロッドレンズ 2 4 の接合面に侵入した硬化前の接着剤 4 2 はこの溝部 4 0 g に滞留されるので、接着剤が光路となる中心部分まで達して光路を遮断することが防止される。また、接合面に浸透した接着剤 4 2 が使用環境下での温度変化により膨張、収縮した場合、この膨張、収縮部分を溝部 4 0 g で吸収することができる。従って、光の損失の少ない光合波分波器 1 0 を提供することが可能になる。

また、ファイバ保持具 2 3、内側保持具 2 5 及び外側保持具 5 0 をガラスという熱膨張性の低い材質で形成した場合、使用環境下での温度変化により各構成部品に位置ずれが生じることが防止される。従って、光の合波及び分波を安定して

行うことが可能になる。

【 0 0 4 5 】

上述した実施形態では波長選択フィルタ 4 0 に溝部 4 0 g が形成されているが、図 1 1 に示されるようにロッドレンズ 2 4 の接合面に溝部 2 4 c を形成してもよい。この場合、波長選択フィルタ 4 0 は図 1 2 に示されるように接合面の溝部 2 4 c の外側に塗布された接着剤 4 2 によりロッドレンズ 2 4 に接合されるか、又は図 1 3 に示されるように接合面の外周面に塗布された接着剤 2 4 によりロッドレンズ 2 4 に接合される。

【 0 0 4 6 】

次に、本発明に係る光合波分波器の他の実施形態について説明する。以下の実施形態においては、波長選択フィルタとロッドレンズ以外の構成については第 1 実施形態と同一であるため、波長選択フィルタとロッドレンズについてのみ説明し、その他の説明は省略する。

図 1 4 ～図 1 6 は本発明に係る光合波分波器の第 2 実施形態で用いられるロッドレンズ 2 4 及び波長選択フィルタ 4 0 を示す。このロッドレンズ 2 4 の傾斜面 2 4 a の反対面（接合面）には、入射される光の収束又はコリメートを行うための球面又は非球面の凸面 2 4 d が形成されており、屈折率分布は形成されていない。この凸面 2 4 d の外周にはロッドレンズ 2 4 の長手方向外側に突出する環状の平坦部 2 4 e が形成されており、この凸面 2 4 d と平坦部 2 4 e の間は溝状の連結部となっている。

【 0 0 4 7 】

本実施形態の光合波分波器では、波長選択フィルタ 4 0 は図 1 5 に示されるように接合面の平坦部 2 4 e に塗布された接着剤 4 2 によりロッドレンズ 2 4 に接合されるか、又は図 1 6 に示されるように接合面の外周面に塗布された接着剤 4 2 によりロッドレンズ 2 4 に接合される。

本形態の光合波分波器によれば、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の外周面又はロッドレンズ 2 4 の平坦部 2 4 e に塗布された接着剤 4 2 が接合面に進入した場合、この接着剤 4 2 は凸面 2 4 d と平坦部 2 4 e との間の連結部に留まり、光軸を含む凸面 2 4 の中心部分に達することがない。また、接合面に進入

した接着剤 4 2 が膨張、収縮した場合、この膨張、収縮部分を連結部で吸収することができる。従って、光の損失が少ない光合波分波器を提供することができる。

【 0 0 4 8 】

図 1 7 及び図 1 8 は本発明に係る光合波分波器の第 3 実施形態で用いられるロッドレンズ 2 5 及び波長選択フィルタ 4 0 を示す。

この光合波分波器のロッドレンズ 2 4 の接合面となる垂直面 2 4 b には、光路を含む中心領域の周りに接着剤 4 2 の進入を防止するためのコーティング 2 4 f が形成されている。このコーティング 2 4 f としては、硬化前の接着剤 4 2 に対して濡れ性の低いもの、例えば、テフロン等を用いることができる。

このようなロッドレンズ 2 4 は、例えば、垂直面 2 4 b の光路となる中心領域にマスキングを形成し、垂直面 2 4 b にコーティングを施した後、マスキングを除去することにより形成することができる。

【 0 0 4 9 】

本形態の光合波分波器によれば、ロッドレンズ 2 4 の垂直面 2 4 b の光路を含む中心領域の周りにコーティング 2 4 f を形成したので、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の接合面の外周に塗布された接着剤 4 2 が接合面の中心領域に進入するのが防止される。従って、光の損失が少ない光合波分波器を提供することが可能になる。

【 0 0 5 0 】

図 1 9 及び図 2 0 は本発明に係る光合波分波器の第 4 実施形態で用いられるロッドレンズ 2 4 及び波長選択フィルタ 4 0 を示す。

この光合波分波器は、波長選択フィルタ 4 0 とロッドレンズ 2 4 を接合させる接合ホルダ 5 0 を備えている。

【 0 0 5 1 】

接合ホルダ 5 0 は一端が開口している円筒状の部材であり、その内径は光波長選択フィルタ 4 0 及びロッドレンズ 2 4 の外径よりやや大きく設定されている。接合ホルダ 5 0 の底部は波長選択フィルタ 4 0 を位置決めして載置するための載置部 5 0 a となっており、この載置部 5 0 a の中央には波長選択フィルタ 4 0 の

光路となる中心領域を外部に露出させるための貫通孔 5 0 b が形成されている。そして、この載置部 5 0 a より円筒部 5 0 c が立設されている。

【 0 0 5 2 】

上記の接合ホルダー 5 0 において、波長選択フィルタ 4 0 は、図 1 9 に示されるように、接合ホルダ 5 0 の載置部 5 0 a に載置される。そして、ロッドレンズ 2 4 は、図 2 0 に示されるように、その垂直面 2 4 b が波長選択フィルタ 4 0 の接合面と密着するように円筒部 5 0 c 内に挿入される。このロッドレンズ 2 4 の外周面は、接合面と離れた位置で、円筒部 5 0 c の内面と接着剤 4 2 により接着される。これによって、波長選択フィルタ 4 0 は載置部 5 0 a とロッドレンズ 2 4 に挟まれた状態で固定される。

【 0 0 5 3 】

本形態の光合波分波器によれば、波長選択フィルタ 4 0 は接合ホルダ 5 0 とロッドレンズ 2 4 に挟まれた状態で保持されており、接着剤 4 2 は接合面と離れた位置で固定ホルダ 5 0 の内面とロッドレンズ 2 4 に塗布されており、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の接合面付近には塗布されていない。従って、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の接合面に接着剤 4 2 が浸透することがない。

【 0 0 5 4 】

また、波長選択フィルタ 4 0 とロッドレンズ 2 4 の接合を筒状の接合ホルダ 5 0 内で行うことができるため、波長選択フィルタ 4 0 とロッドレンズ 2 4 との位置合せの精度が高くなり、光の損失を低減することが可能になる。

上述した接合ホルダ 5 0 に、図 2 1 に示されるような切欠き部 5 0 d や、図 2 2 に示されるような貫通孔 5 0 e を形成し、この切欠き部 5 0 d や貫通孔 5 0 e からロッドレンズ 2 4 と接合ホルダー 5 0 の間に接着剤 4 2 を注入するようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

図 2 3 は本発明に係る光合波分波器の第 5 実施形態で用いられるロッドレンズ及び波長選択フィルタを示す。本形態の光合波分波器においては、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の外周面には金属膜 4 4 が形成されており、ロッド

レンズ 2 4 と光フィルタは、この金属膜 4 4 の上に設けられたハンダ 4 6 により接合されている。このような金属膜 4 4 としては、ハンダ 4 6 による接合が可能なものであれば特に限定されないが、接合強度の観点からクロムと金の積層膜等が用いられる。このような金属膜 4 4 は、通常、蒸着等の方法により形成される。

【 0 0 5 6 】

以下、ロッドレンズ 2 4 及び波長選択フィルタ 4 0 の外周面に金属膜 4 4 を蒸着する方法について説明する。

図 2 4 はロッドレンズ 2 4 及び波長選択フィルタ 4 0 に金属膜を蒸着するための蒸着治具 6 0 を示す。この蒸着治具 6 0 は、ロッドレンズ 2 4 を固定して保持する固定ホルダ 6 2 と、ロッドレンズ 2 4 に対して波長選択フィルタ 4 0 を押圧する押圧ロッド 6 4 と、押圧ロッド 6 4 をガイドするためのガイド部材 6 6 と、押圧ロッド 6 4 を押圧すると共に固定ホルダ 6 2 を閉塞する押圧カバー 6 8 と、押圧ロッド 6 4 と押圧カバー 6 8 との間に設置される緩衝部材 7 0 とを備えている。

【 0 0 5 7 】

固定ホルダ 6 2 は一端が開口している円筒状の部材であり、その底部にはロッドレンズ 2 4 の一端が挿入されて固定される固定穴 6 2 a と、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の接合面を外部に露出させるための 4 個の窓部 6 2 b が形成されている。固定ホルダ 6 2 の外周部の上端面にはネジ穴 6 2 c が形成されている。

【 0 0 5 8 】

ガイド部材 6 6 は固定ホルダ 6 2 の開口を閉塞する蓋状の部材であり、固定ホルダ 6 2 の開口に嵌合される嵌合部 6 6 a と、固定ホルダ 6 2 の開口を閉塞する基部 6 6 b とを備えている。基部 6 6 b の中心には押圧ロッド 6 4 が挿入されるガイド孔 6 6 c が形成されている。また、基部 6 6 b の周縁部には固定ホルダ 6 2 のネジ穴 6 2 c に対応するネジ穴 6 6 d が形成されている。

【 0 0 5 9 】

押圧ロッド 6 4 は、ガイド部材 6 6 に形成されたガイド孔 6 6 c を通じて固定

ホルダ 6 2 内部に挿入されるロッド部 6 4 a と、ガイド部材 6 6 の外部に位置する基部 6 4 b とを備えている。

【 0 0 6 0 】

押圧カバー 6 8 はガイド部材 6 6 の外部に位置する押圧ロッド 6 4 の基部 6 4 b を固定ホルダ 6 2 の底部方向に押圧すると共に、固定ホルダ 6 2 を閉塞する蓋状の部材である。この押圧カバー 6 8 の周縁部には固定ホルダ 6 2 のネジ穴 6 2 c に対応するネジ穴が形成されている。

【 0 0 6 1 】

緩衝部材 7 0 は押圧カバー 6 8 と押圧ロッド 6 4 との間に挿入され、押圧カバー 6 8 により押圧ロッド 6 4 が押圧される場合に緩衝作用を奏する。この緩衝部材 7 0 としては、例えば、ゲル状物質が用いることができる。

【 0 0 6 2 】

上記のような蒸着治具 6 0 を用いて金属膜を蒸着する場合、ロッドレンズ 2 4 は、接合面の反対側の端部が固定ホルダ 6 2 の底部に形成された固定穴 6 2 a に挿入され、接合面が 2 4 b 上部に位置するように固定される。

このロッドレンズ 2 4 の接合面に波長選択フィルタ 4 0 が載置されると、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の接合面は、固定ホルダの窓部 6 2 b から外部に露出した状態になる。

【 0 0 6 3 】

この状態で固定ホルダ 6 2 の開口にガイド部材 6 6 が嵌合され、ガイド部材 6 6 のガイド孔 6 6 c から押圧ロッド 6 4 が挿入される。これによって、押圧ロッド 6 4 のロッド部 6 4 a の先端はロッドレンズ 2 4 の接合面上に配置された波長選択フィルタ 4 0 に当接した状態になる。

【 0 0 6 4 】

そして、押圧ロッド 6 4 の基部 6 4 b が緩衝部材 7 0 を介して押圧カバー 6 8 により押圧された状態で、押圧カバー 6 8、ガイド部材 6 6 及び固定ホルダ 6 2 が、固定ネジ（図示せず）をネジ穴に挿入することにより固定される。これによって、波長選択フィルタ 4 0 は、図 2 5 に示されるように、ロッドレンズ 2 4 の接合面に押圧された状態で固定される。

【 0 0 6 5 】

この状態で、蒸着治具 6 0 を蒸着装置に設置し、蒸着プロセスを行うことにより、固定ホルダ 6 2 の窓部 6 2 b から露出しているロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の接合面に金属膜が蒸着される。このとき、金属膜を形成しない部分にはテープ等でマスキングをすればよい。

【 0 0 6 6 】

本発明に係る光合波分波器によれば、ロッドレンズ 2 4 と波長選択フィルタ 4 0 の接合面の外周面に金属膜 4 4 が形成されているので、外周部に接着剤を塗布した場合でも、この接着剤が接合面に進入することが防止される。また、外周部が金属膜 4 4 で覆われているので、ロッドレンズと光フィルタを接合するため、機械的強度が高く、熱膨張性の低いハンダを用いることが可能になる。

【 0 0 6 7 】

次に、上述した光合波分波器を用いた光信号分離装置並びに光信号結合装置について説明する。これらの光信号分離装置並びに光信号結合装置は、透過する波長帯域が異なる波長選択フィルタを有する複数の光合波分波器が連結された構造を有している。これらの光信号分離装置並びに光信号結合装置は上述した実施例 1 ～ 5 のいずれの光合波分波器を用いて構成することができる。

【 0 0 6 8 】

図 2 6 は光信号分離装置を示す。この光信号分離装置 7 0 においては、第 1 の光合波分波器 1 0 の反射端子ファイバ 2 2 は第 2 の光合波分波器 1 0 の伝送路端子ファイバ 2 1 に連結され、第 2 の光合波分波器 1 0 の反射端子ファイバ 2 2 は第 3 の光合波分波器 1 0 の伝送路端子ファイバ 2 1 に連結されるというように、先行の光合波分波器の反射端子ファイバ 2 2 が後行の光合波分波器の伝送路端子ファイバ 2 1 に直列に連結されている。これによって、第 1 の光合波分波器 1 0 の伝送路端子ファイバ 2 1 から供給された複数の波長帯域の光を含む光信号を各々の波長帯域の光に分離し、各通過端子ファイバ 3 2 から取り出すことが可能になる。

【 0 0 6 9 】

図 2 7 は光信号結合装置を示す。この光信号結合装置においては、第 2 の光合

波分波器 10 の伝送路端子ファイバ 21 が第 1 の光合波分波器 10 の反射端子ファイバ 22 に連結され、第 3 の光合波分波器 10 の伝送路端子ファイバ 21 が第 2 の光合波分波器の反射端子ファイバ 22 に連結されるというように、後行の光合波分波器 10 の伝送路端子ファイバ 21 が先行の光合波分波器 10 の反射端子ファイバ 22 に直列に連結されている。これによって、各々の通過端子ファイバ 32 から特定波長の光を導入することにより、これらを結合した光信号を第 1 の光合波分波器の伝送路端子ファイバ 21 から取り出すことが可能になる。

【0070】

次に、本発明に係る光フィルタモジュールの他の例として、光等化器について説明する。この光等化器は、光ファイバ増幅器等の光増幅器により増幅された光の利得が波長に対して一定とならない場合、この利得を平均化するために用いられる。

【0071】

図 28 は本発明に係る光等価器を示す。この光等化器 85 の第 1 光学系である第 1 コリメータ 20 には等化される光が伝送される伝送路端子ファイバ 21 が設けられている。また、第 1 コリメータ 20 のロッドレンズ 24 の垂直面 24b には第 1 コリメータ 20 に伝送された光を等化するための等化フィルタ 86 が設けられている。この等化フィルタ 86 としては、光増幅器の利得曲線と逆の利得曲線を有するものが用いられる。例えば、図 29 に示される利得曲線を有する光増幅器からの光を図 31 に示されるように等化しようとする場合、等化フィルタ 86 としては図 30 に示されるような利得曲線を有するものが用いられる。このような光等化フィルタ 86 としては、光選択フィルタ 40 と同様、誘電体多層膜フィルタを用いることができる。この誘電体多層膜フィルタの光の透過特性は多層膜の各層の膜厚等を変えることにより調整することができる。この光等化フィルタ 86 は、上述した光合波分波器の第 1 実施形態～第 5 実施形態のいずれかと同じ構成でロッドレンズ 24 に接合されている。

【0072】

このような光等化器 85 においては、光増幅器により増幅された光は伝送路端子ファイバ 21 により光等化器 85 へ導かれる。この光はファイバ保持具 23 の

傾斜面側より出射され、ロッドレンズ 2 4 によりコリメートされて等化フィルタ 8 6 に導かれる。この光は等化フィルタ 8 6 を透過することにより利得が等化される。等化フィルタ 8 6 を透過した光はロッドレンズ 2 4 により収束されて、ファイバ保持具 2 3 により保持される通過端子ファイバ 3 2 に導かれて取り出される。本発明によれば、光の損失の低い光等化器を提供することが可能になる。

【 0 0 7 3 】

本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、適宜変更して実施することが可能である。例えば、本発明の光フィルタモジュールは、光合波分波器や光等化器のみではなく、供給された光のうち特定の比率の光を透過し、残りを反射して光を分岐させる光分岐フィルタを用いた光分岐モジュール等に用いることができる。この光分岐モジュールは、光システムにおいて光のモニターを行なう場合等に用いることができる。

また、本発明に係る光フィルタモジュールは、上述した構成を適宜組み合わせで構成することが可能である。

【 0 0 7 4 】

【実施例】

以下実施例により本発明をより詳細に説明する。

（実施例 1）

本発明の実施例として、図 1 に示される光合波分波器を製造した。

ロッドレンズとして、一端が垂直面で他端が光軸に垂直な面に対して 8° に研磨された傾斜面であって、両端面に反射防止膜が形成された 0.23 ピッチのガラス製の屈折率分布レンズ（1.8 mm ϕ 、4.4 mm 長）を用いた。

波長選択フィルタとして、中心波長 1550 nm の光を透過し、その他の光を反射させる誘電体多層膜フィルタ（大きさ 1.4 \times 1.4 mm、厚さ 1 mm）を用いた。このフィルタのロッドレンズとの接合面の外周の 4 辺から 300 μ m 程度内側にダイヤモンドブレードを用いて V 形状（幅 100 μ m、深さ 50 μ m）の溝を格子状に 4 本形成した。

【 0 0 7 5 】

このフィルタをロッドレンズの垂直面に密着させ、この密着した面の外側にエ

ポキシ系の紫外線硬化型接着剤を数箇所塗布し、紫外線を照射して接着剤を硬化させた。

【0076】

伝送路端子ファイバー及び反射端子ファイバーとして、クラッド径 $125\mu\text{m}$ 、コア径 $10\mu\text{m}$ の石英系シングルモードファイバー（コーニング社製 SMF 28）の先端から所定長さ分（ 20mm ）の1次および2次被覆を除去して洗浄した光ファイバーを用いた。この光ファイバーを、円柱状で中心に断面正方形の貫通孔（ $214\mu\text{m}\times 214\mu\text{m}$ ）を有するホウケイ酸ガラス製ファイバー保持具（外径 $1.8\text{mm}\phi$ 、長さ 11mm ）に挿入し、貫通孔にエポキシ系熱硬化型接着剤を充填して硬化させて固定した。この一端面が光軸に垂直な面に対して 8° の角度に研磨し、研磨した面に反射防止膜を形成した。

【0077】

これらのロッドレンズ及びファイバー保持具とをパイレックスガラス製の円筒状の内側保持具（外径 3mm 、内径 1.85mm 、厚さ 0.58mm 、長さ 8mm ）に挿入し、ロッドレンズ及びファイバ保持具をそれぞれ紫外線硬化型接着剤を用いて固定し第1コリメーターとした。

【0078】

一方、通過端子ファイバーとして上述した光ファイバーを用い、外径が円柱状で中心に断面円形の貫通孔を有するホウケイ酸ガラス製のファイバー保持具（外径 $1.8\text{mm}\phi$ 、内径 $126\mu\text{m}\phi$ 、長さ 6mm ）に挿入し、貫通孔にエポキシ系熱硬化型接着剤を充填して硬化させて固定した。この一端面が光軸に垂直な面に対して 8° の角度に研磨し、研磨した面に反射防止膜を形成した。

このファイバー保持具と上述したロッドレンズと同一のものを上述した内側保持具と同一のものに挿入し、紫外線硬化型接着剤を用いて固定し第2コリメータとした。

【0079】

次に、第1コリメータ及び第2コリメータを対向させ、外側保持具であるパイレックスガラス製保持具（外径 $5\text{mm}\phi$ 、内径 $3.40\text{mm}\phi$ 、厚さ 0.80mm 、長さ 13mm 長）に挿入して調芯し、各々のコリメーターの内側保持具の外

周をエポキシ系の紫外線硬化型接着剤により外側保持具の内面に固着した。上述したパイレックスガラス製の内側保持具及び外側保持具の熱膨張係数は約 $3 \times 10^{-6}/K$ であった。これによって、図 1 に示される光合波分波器を得た。

【 0 0 8 0 】

(実施例 2)

ロッドレンズとして、図 1 4 に示されるように一端面が光軸に対して 8° に研磨された傾斜面であって、両端面に反射防止膜が形成された屈折率分布を有しないロッドレンズ ($1.8 \text{ mm } \phi$ 、 3.4 mm 長さ) を用いた。このロッドレンズの 8° 研磨の他端側端面には、非球面の凸面が形成されており、凸面の周囲の光路とならない円周に、凸面の最も高い部分と同じ高さになるように平坦部が形成されている。この平坦部はフィルタ接合側端面から見た場合、レンズの外周より 0.37 mm 内側の範囲まで円環上に形成されている。そして、このレンズの曲面は、傾斜面より約 $140 \mu\text{m}$ 外側に焦点を結ぶように設計されている。

【 0 0 8 1 】

中心波長 1550 nm の光を透過し、その他の光を反射させる誘電体多層膜フィルタ型の波長分割フィルタ (大きさ $1.4 \times 1.4 \text{ mm}$ 、厚さ 1 mm) をこのレンズの平坦部に密着させ、この密着した部分の外側に、図 6 に示されるように、エポキシ系の紫外線硬化型接着剤を数箇所に塗布し、紫外線を照射して接着剤を硬化させた。それ以外は、実施例 1 と同様にして光合波分波器を得た。

【 0 0 8 2 】

(実施例 3)

実施例 1 と同様のレンズを用い、レンズの垂直面をアルコールで洗浄し、垂直面内の光軸中心より半径 0.5 mm の範囲にマスキングを行なった。マスキングは UV 剥離シートを直径 1 mm の円形にカットしレンズ端面に貼り付けた。この端面のマスキングされていない部分 (外周から $400 \mu\text{m}$ 程度内側の円環状の領域) にテフロンコート (四フッ化エチレン樹脂: ファインケミカルジャパン社製 T F T コート) を $5 \mu\text{m}$ 厚さになるようにスプレーで塗布した。

【 0 0 8 3 】

波長選択フィルタとして、中心波長 1550 nm の光を透過し、その他の光を

反射させる誘電体多層膜フィルタ（大きさ $1.4 \times 1.4 \text{ mm}$ 、厚さ 1 mm ）を用い、このフィルタをレンズのテフロンコートした側の端面に密着させ、密着した部分の外側にエポキシ系の紫外線硬化型接着剤を数箇所塗布し、紫外線を照射して接着剤を硬化させた。それ以外は実施例 1 と同様にして光合波分波器を得た。

【 0 0 8 4 】

（実施例 4）

図 1 9 及び図 2 0 に示される接合ホルダーの底部として、段差を有するガラス製の円環状の板（サイズは図面を参照）の上面中心部に、 1.5 mm 角で深さ 0.2 mm の角溝が形成され、中心部に $0.7 \text{ mm} \phi$ の開口部が形成されているものを用意した。

【 0 0 8 5 】

このフォルダー底部の角溝上に、中心波長 1550 nm の光を透過し、その他の光を反射させる誘電体多層膜フィルタ型の波長分割フィルタ（大きさ $1 \times 1 \text{ mm}$ 、厚さ 1 mm ）を設置した。

【 0 0 8 6 】

また、接合ホルダーの壁面部として円筒状のガラス筐体（外径 $3 \text{ mm} \phi$ 、内径 $1.8 \text{ mm} \phi$ 、長さ 3 mm ）を用意した。この側壁部をフィルタを設置した底部に被せ、底部と側壁部の接触部分を少量の熱硬化性エポキシ接着剤を用いて固定し、接合ホルダーを得た。次に、この接合フォルダーの、側面部に、実施例 1 と同様のロッドレンズの垂直面側を挿入し、レンズ上部からやや加圧した状態で、レンズ端面とフィルタとが密着されるようにした。この状態を維持しながら、側壁部のレンズ挿入口付近と、ロッドレンズ側面を、エポキシ系の紫外線硬化型接着剤で固定し、ロッドレンズとフィルタがホルダーで一体化されたユニットを得た。

【 0 0 8 7 】

このユニットの内側保持具への固定は、ホルダから突出した部分のロッドレンズを内側保持具に固定する事により行なった。

これ以外は実施例 1 と同様にして光合波分波器を得た。

【 0 0 8 8 】

(実施例 5)

実施例 1 と同様の屈折率分布型ロッドレンズの 8° 研磨端面の最も長い部分から、 2 mm の領域が、治具の図面に挿入されるようにして治具をセットした。中心波長 1550 nm の光を透過し、その他の光を反射させる誘電体多層膜フィルタ型の波長分割フィルタ (大きさ $1.4 \times 1.4\text{ mm}$ 、厚さ 1 mm) と、このロッドレンズの 8° 研磨面でない端面を密着して押圧固定する治具を用い、レンズとフィルタを押圧密着させた状態でその側面全周に、 Cr 膜を $0.4\text{ }\mu\text{ m}$ 蒸着し、その上に金を $0.1\text{ }\mu\text{ m}$ 蒸着した。

【 0 0 8 9 】

そして、ロッドレンズと、フィルタが密着している面の側面外周に半田を盛り、レンズとフィルタを半田固定したのち、押圧固定治具をはずした。

このようにして、レンズとフィルタが一体化されたユニットを得た。

このユニットの内側保持具への固定は、ロッドレンズの蒸着がされていない側面と内側保持具内面とを接着剤で接着することにより行なった。

これ以外は実施例 1 と同様にして光合波分波器を作製した。

【 0 0 9 0 】

(比較例 1)

実施例 1 と同様のロッドレンズ、波長選択フィルタを用い、波長選択フィルタに溝を形成せずに、ロッドレンズの垂直面と波長選択フィルタを密着させて、その外周にエポキシ系の紫外線硬化型接着剤を塗布して固定した以外は、実施例 1 と同様にして光合波分波器を得た。

【 0 0 9 1 】

(フィルタとロッドレンズの接合体の評価)

実施例 1 ～ 5 及び比較例 1 に記載された方法によりロッドレンズと波長選択フィルタの接合体を各 40 個準備した。これらをフィルタ側から光学顕微鏡で観察して、レンズの光軸を中心として直径 $600\text{ }\mu\text{ m}$ の範囲に接着剤が浸透していないものを合格、この範囲に接着剤の浸透しているものを不合格として、歩留まりを求めた。結果を表 1 に示す。

【表 1】

	歩留まり (%)
実施例 1	95
実施例 2	95
実施例 3	80
実施例 4	85
実施例 5	85
比較例 1	70

【0092】

表 1 から明らかなように、実施例に記載された方法によれば、波長選択フィルタとロッドレンズを接着する際に接着剤が光路に侵入するのを防止でき、比較例に対し高い歩留まりでフィルタとロッドレンズの接合体を製造することができた。

従って、本発明によれば、高価なフィルタを無駄にすることなく、低コストで光フィルタモジュールを製造することが可能であることが明らかになった。

【0093】

(光合波分波器の評価)

実施例 1 ～ 5 及び比較例 1 の光合波分波器の反射損失及び環境試験下での挿入損失を評価した。反射損失は光合波分波器に 1 5 5 0 n m の光を導入することにより測定した。

【0094】

また、挿入損失は環境試験機により - 4 0 ℃ から 8 5 ℃ の温度変動環境下に置き、所定時間ごとに伝送路端子ファイバーから通過端子ファイバーへ光の透過の損失値として測定した。環境試験機による温度変化では、1 時間 2 0 ℃ 保持 → 1 時間で 8 5 ℃ に昇温 → 1 時間 8 5 ℃ 保持 → 1 時間で 2 0 ℃ に降温 → 2 0 ℃ で 1 時間保持 → 1 時間で - 4 0 ℃ に降温 → - 4 0 ℃ で 1 時間保持 → 1 時間で 2 0 ℃ に昇温の 8 時間を 1 サイクルとし、1 0 サイクルの試験を行なった場合の挿入損失を 1 0 分間隔で測定した。この時、環境試験にかける前の挿入損失を 0 d B とした場合の挿入損失の変動量の最大値を評価した。比較例 1 のサンプルとしては、上

述したフィルターロッドレンズ接合体の評価において不合格となったものを用いて製造した光合波分波器を使用した。結果を表 2 に示す。

【表 2】

	反 射 損 失 (dB)	挿入損失の変動量の 最大値 (dB)
実施例 1	0.4	0.3
実施例 2	0.4	0.3
実施例 3	0.4	0.3
実施例 4	0.4	0.3
実施例 5	0.4	0.3
比較例 1	1.0	3.0

【 0 0 9 5 】

表 2 から明らかなように、光路に接着剤が侵入すると大幅に損失が増加し、温度サイクル試験での挿入損失の変動量も大きくなることが分かる。このように大きな損失を有している場合、現実的には、光合波分波器として使用するのが困難である。

そのため、光路に接着剤が侵入してしまった物は、廃棄することになり、歩留まりが低下するとともに、高価なフィルタやレンズが無駄になりコスト高になることになる。以上の結果から本発明の効果が明らかであった。

【 0 0 9 6 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、製造が容易で、温度変化による性能の変化が少なく、長期使用の信頼性の高い光フィルタモジュールを提供することが可能になる。また、このような光フィルタモジュールを用いることにより光合波分波器や光等化器といった各種の光学装置を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る光合波分波器の第 1 実施形態の概略を示す断面図である。

【図 2】

ファイバ保持具の概略を示す断面図である。

【図 3】

ファイバ保持具の他の例の概略を示す断面図である。

【図 4】

波長選択フィルタに形成された溝部を示す平面図である。

【図 5】

波長選択フィルタに形成された溝部の他の例を示す平面図である。

【図 6】

波長選択フィルタに形成された溝部の他の例を示す平面図である。

【図 7】

波長選択フィルタに形成された溝部の他の例を示す平面図である。

【図 8】

ロッドレンズと波長選択フィルタを接合する状態を示す断面図である。

【図 9】

ファイバ保持具に光ファイバを保持させる状態を示す断面図である。

【図 1 0】

コリメータを示す断面図である。

【図 1 1】

本発明に係る光合波分波器の第 1 実施形態の変形例で用いられるロッドレンズを示す断面図である。

【図 1 2】

本発明に係る光合波分波器の第 1 実施形態の変形例で用いられるロッドレンズに波長選択フィルタを接合する状態を示す断面図である。

【図 1 3】

本発明に係る光合波分波器の第 1 実施形態の変形例で用いられるロッドレンズに波長選択フィルタを接合する他の状態を示す断面図である。

【図 1 4】

本発明に係る光合波分波器の第 2 実施形態で用いられるロッドレンズを示す断面図である。

【図 1 5】

本発明に係る光合波分波器の第 2 実施形態で用いられるロッドレンズに波長選択フィルタを接合する状態を示す断面図である。

【図 1 6】

本発明に係る光合波分波器の第 2 実施形態で用いられるロッドレンズに波長選択フィルタを接合する他の状態を示す断面図である。

【図 1 7】

本発明に係る光合波分波器の第 3 実施形態で用いられるロッドレンズに波長選択フィルタを接合する状態を示す断面図である。

【図 1 8】

本発明に係る光合波分波器の第 3 実施形態で用いられるロッドレンズを示す端面図である。

【図 1 9】

本発明に係る光合波分波器の第 4 実施形態で用いられる波長選択フィルタと接合ホルダを示す断面図である。

【図 2 0】

本発明に係る光合波分波器の第 4 実施形態で用いられる波長選択フィルタとロッドレンズが接合された状態を示す断面図である。

【図 2 1】

本発明に係る光合波分波器の第 4 実施形態で用いられる接合ホルダの他の例を示す斜視図である。

【図 2 2】

本発明に係る光合波分波器の第 4 実施形態で用いられる接合ホルダの他の例を示す斜視図である。

【図 2 3】

本発明に係る光合波分波器の第 5 実施形態で用いられるロッドレンズに波長選択フィルタが接合された状態を示す断面図である。

【図 2 4】

本発明に係る光合波分波器の第 5 実施形態で用いられる蒸着治具を示す分解図である。

【図 2 5】

本発明に係る光合波分波器の第 5 実施形態で用いられる蒸着治具を示す正面図である。

【図 2 6】

本発明に係る光信号分離装置の概略を示す断面図である。

【図 2 7】

本発明に係る光信号結合装置の概略を示す断面図である。

【図 2 8】

本発明に係る光等化器の概略を示す断面図である。

【図 2 9】

等化される光信号の利得を示すグラフである。

【図 3 0】

等化フィルタの利得を示すグラフである。

【図 3 1】

等化された光信号の利得を示すグラフである。

【図 3 2】

従来の光合波分波器の概略を示す断面図である。

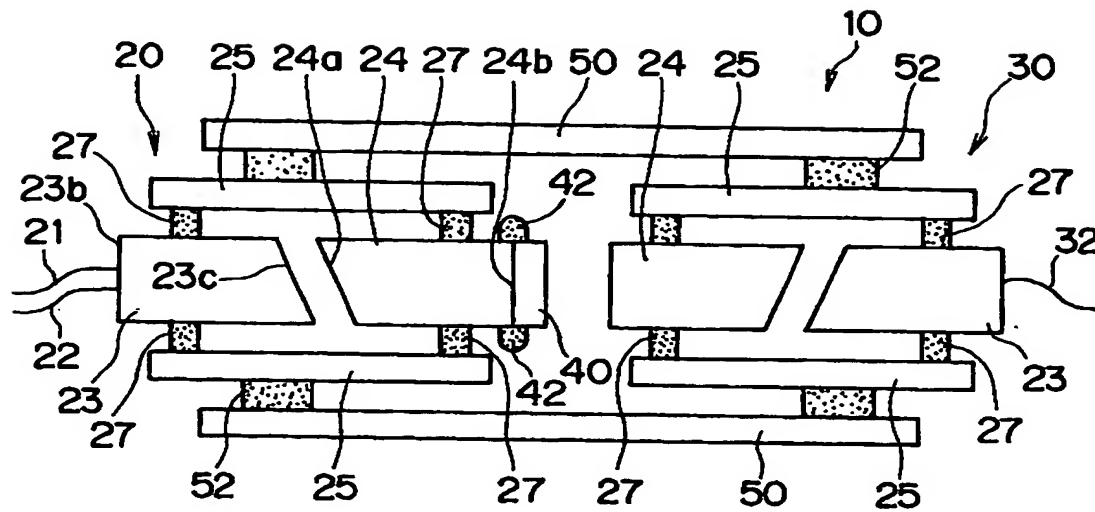
【符号の説明】

- 1 0 光合波分波器
- 2 0 第 1 コリメータ
- 2 1 搬送路端子ファイバ
- 2 2 反射端子ファイバ
- 2 3 ファイバ保持具
- 2 4 ロッドレンズ
- 2 5 内側保持具
- 3 0 第 2 コリメータ
- 3 2 通過端子ファイバ
- 4 0 波長選択フィルタ
- 5 0 外側保持具

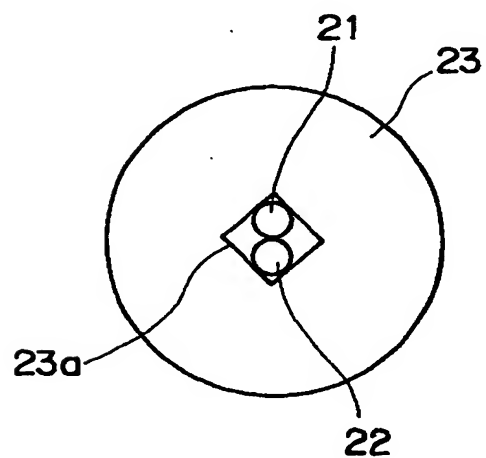
- 6 0 光合波分波器
- 7 0 光信号分離装置
- 8 0 光信号結合装置
- 8 5 光等化器
- 8 6 等化フィルタ

【書類名】 図面

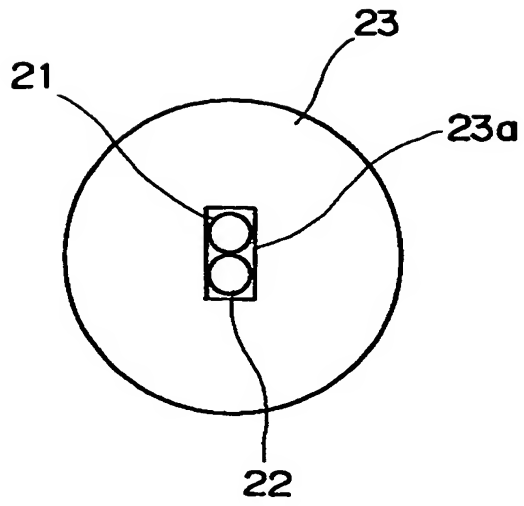
【図 1】



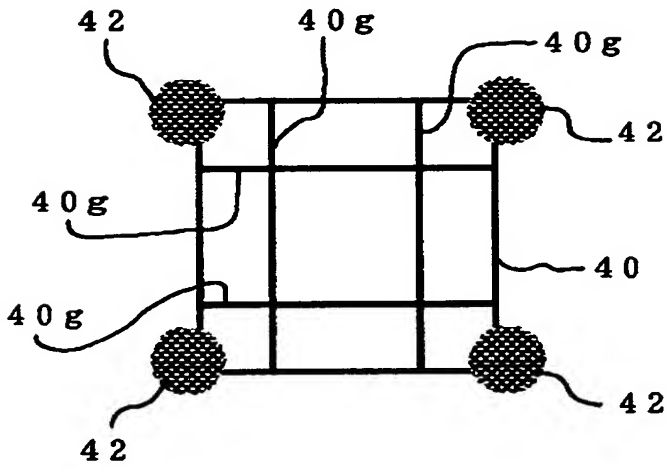
【図 2】



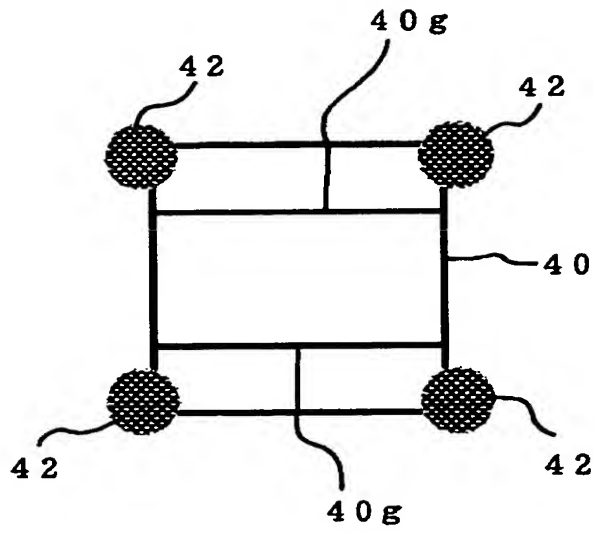
【図 3】



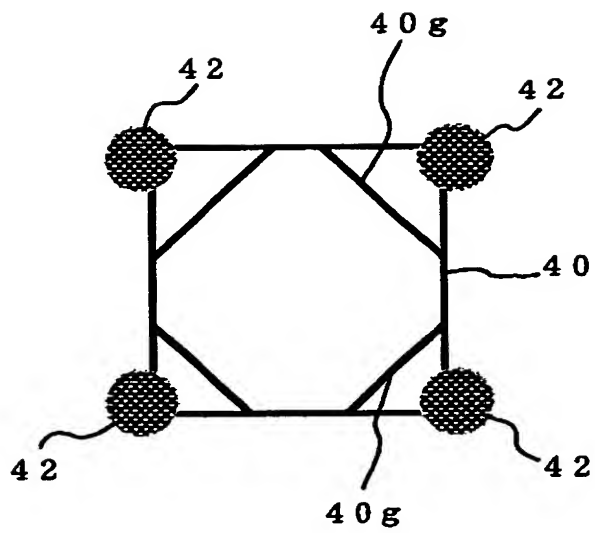
【図 4】



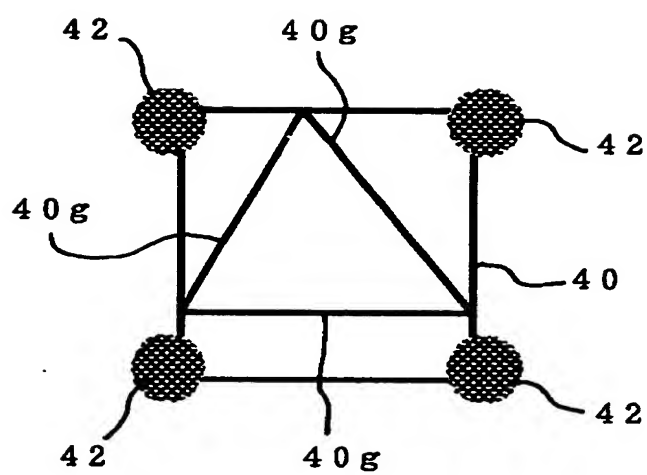
【図 5】



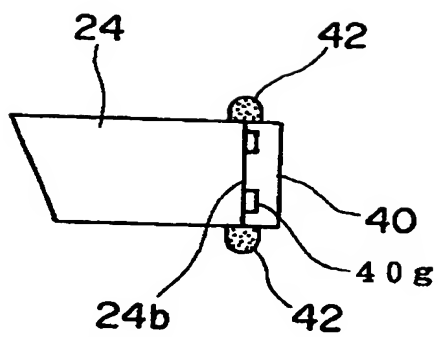
【図 6】



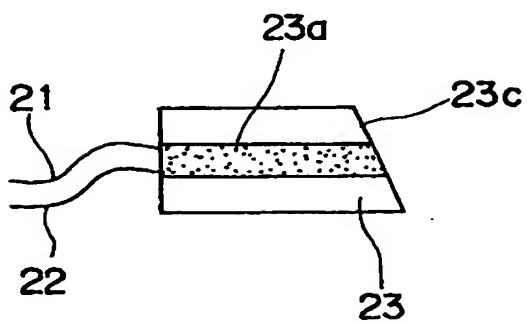
【図7】



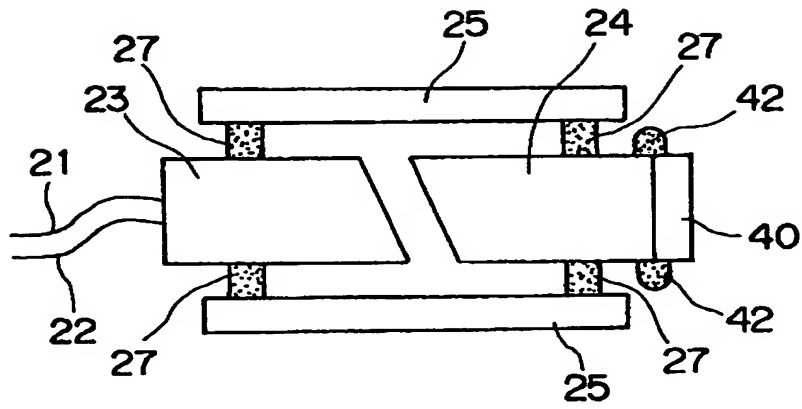
【図8】



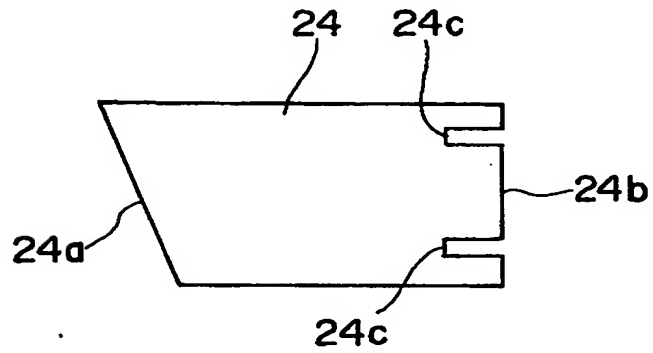
【図9】



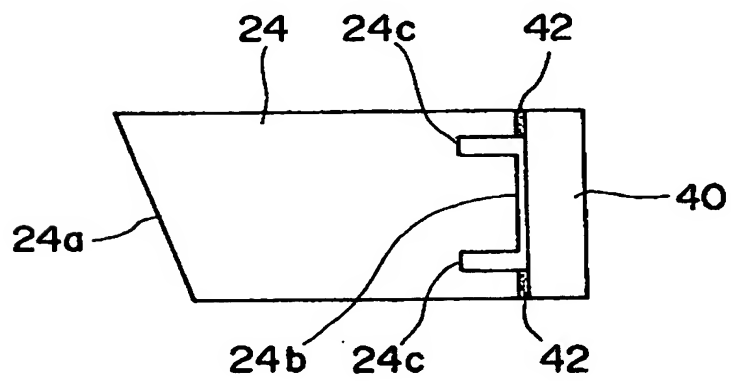
【図10】



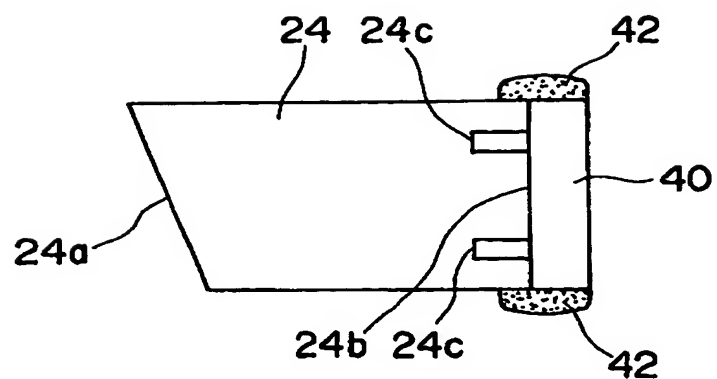
【図11】



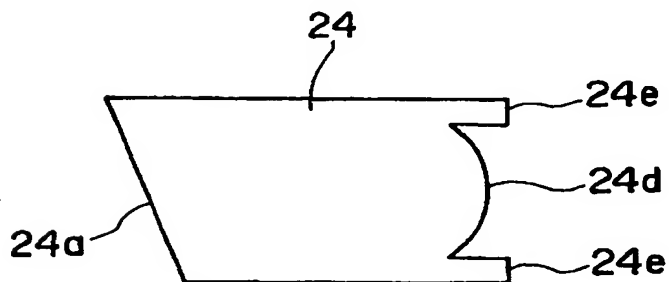
【図12】



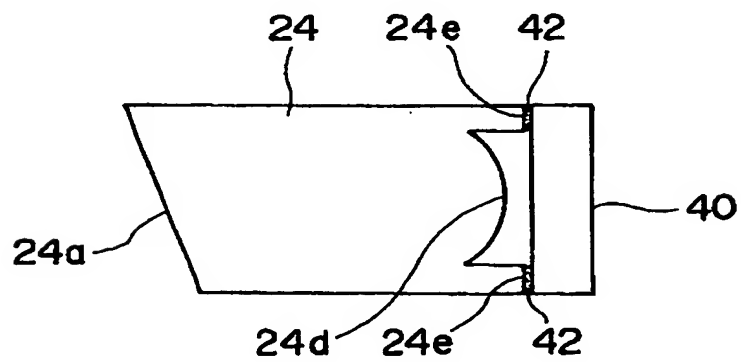
【図13】



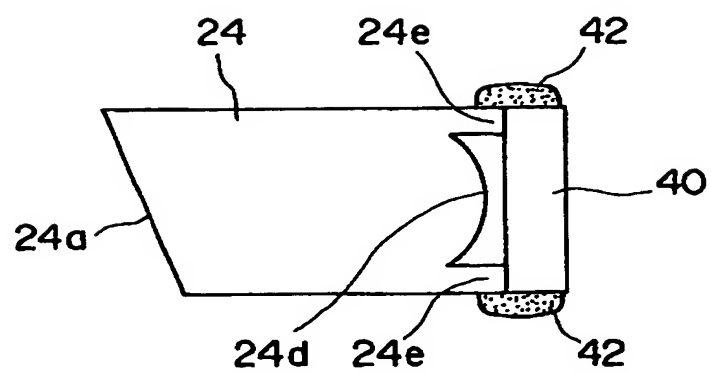
【図14】



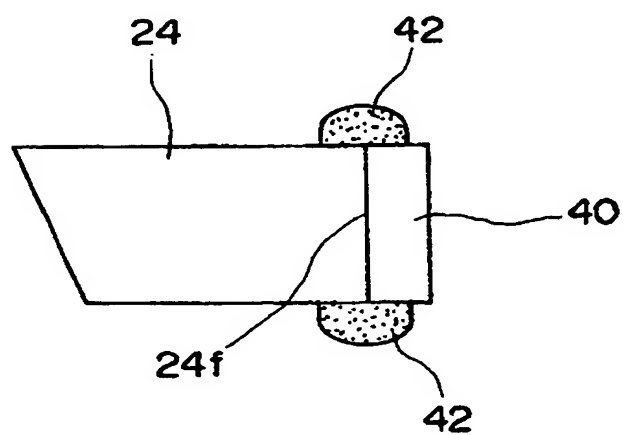
【図15】



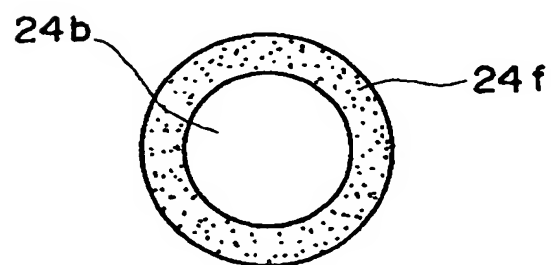
【図16】



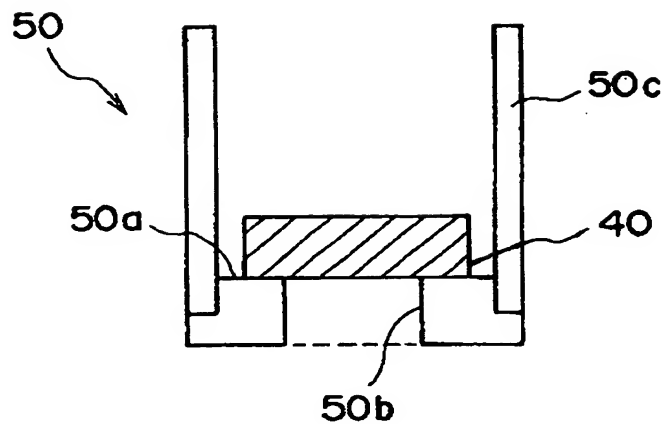
【図17】



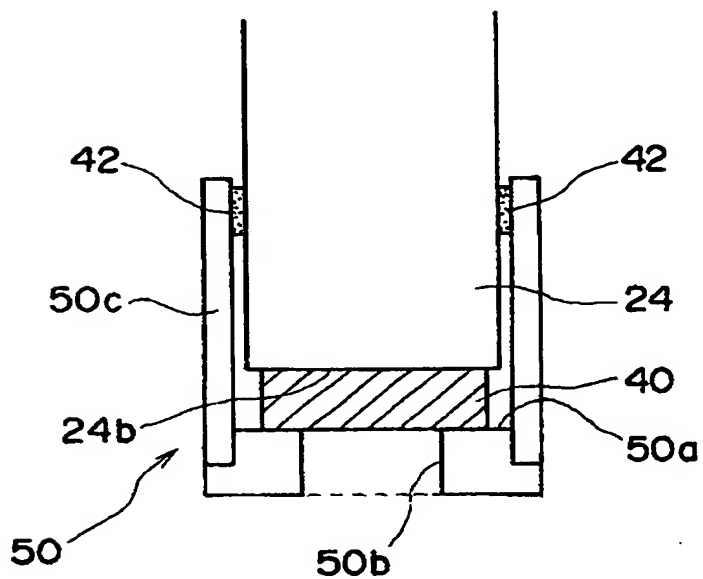
【図18】



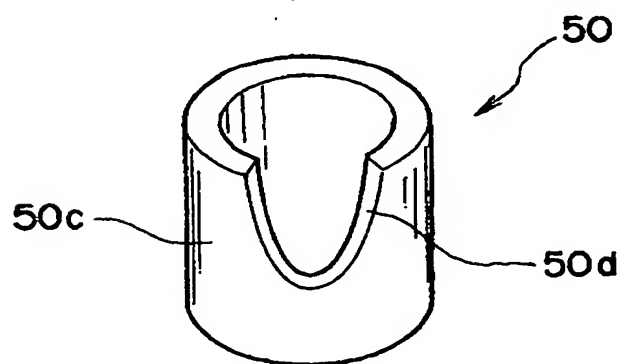
【図 1 9】



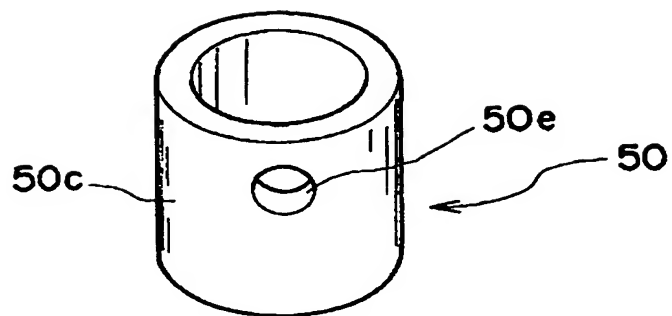
【図 2 0】



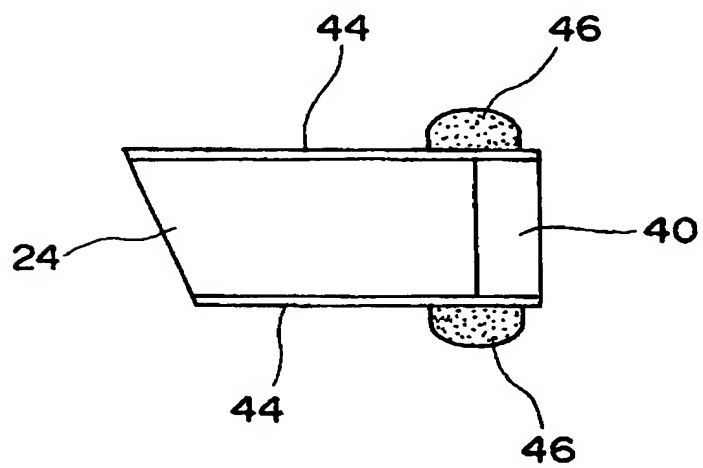
【図 2 1】



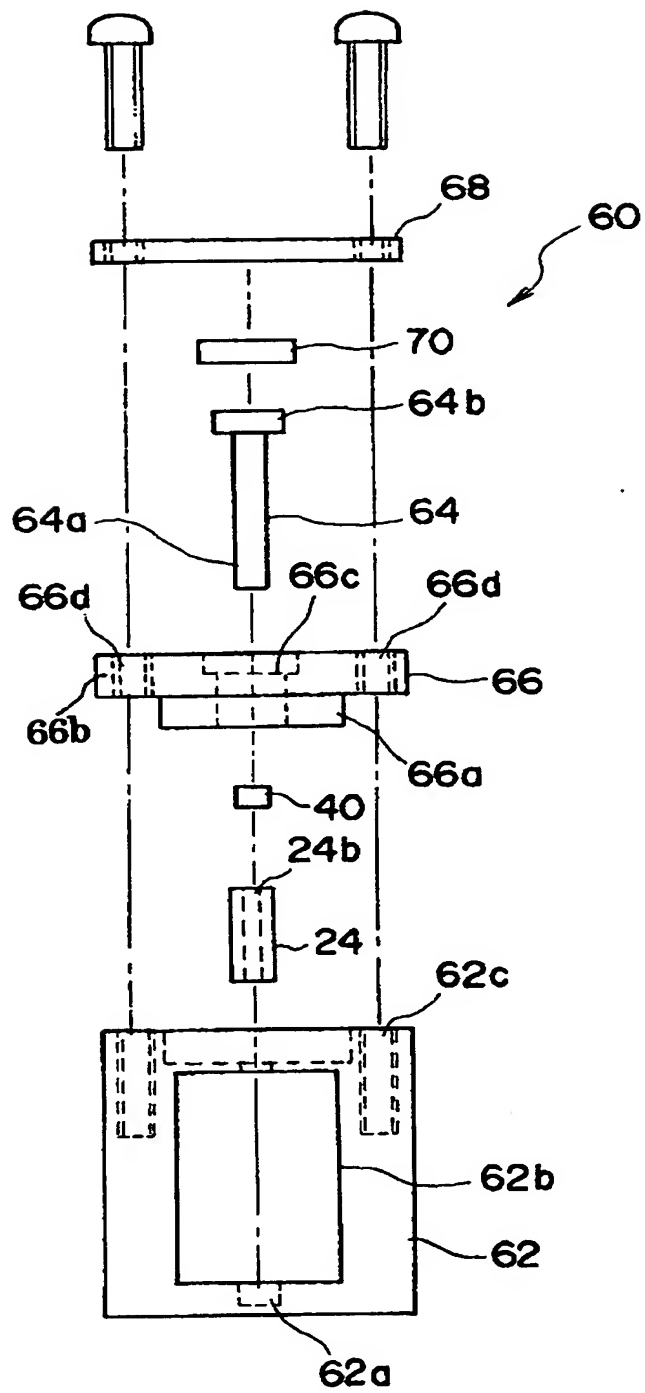
【図 2 2】



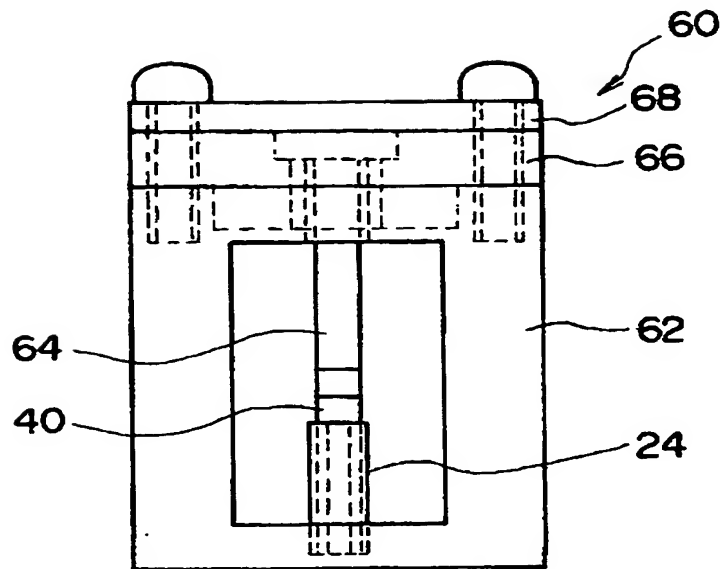
【図 2 3】



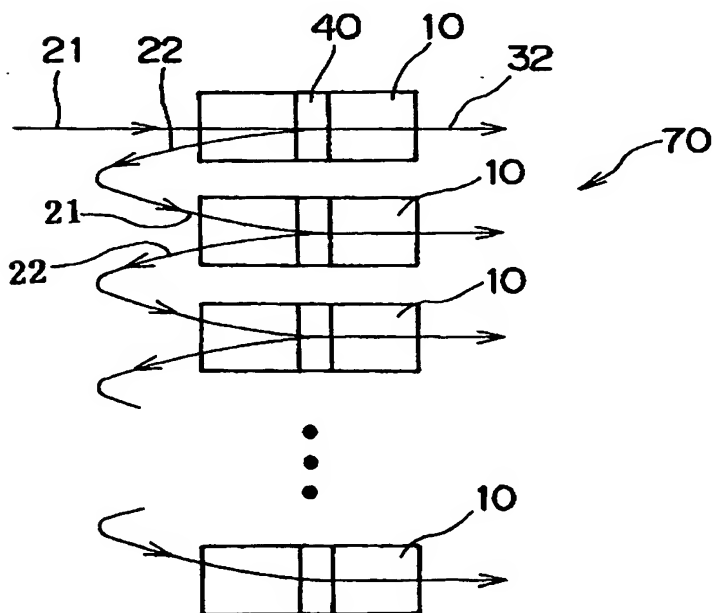
【図 24】



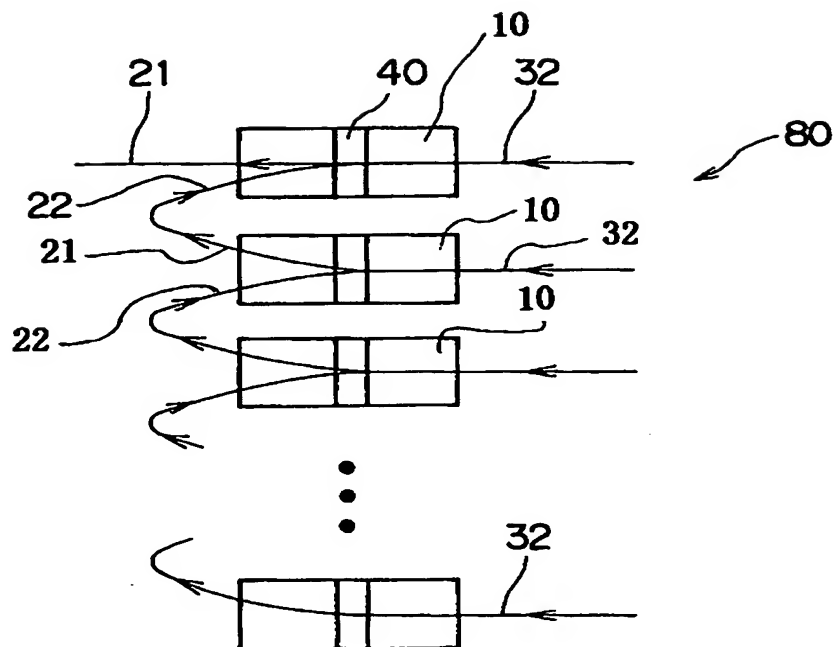
【図 2 5】



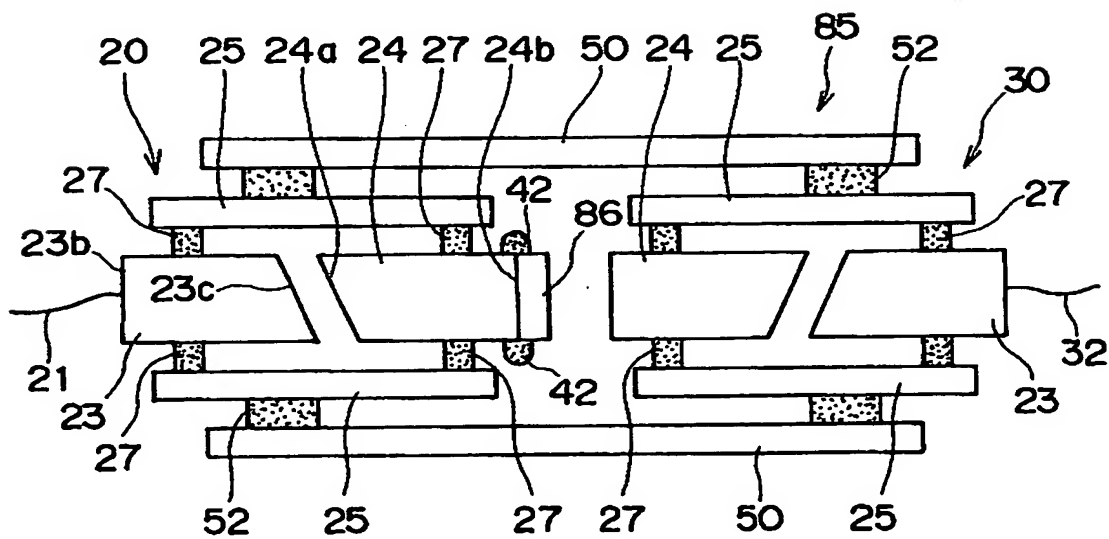
【図 2 6】



【図 27】

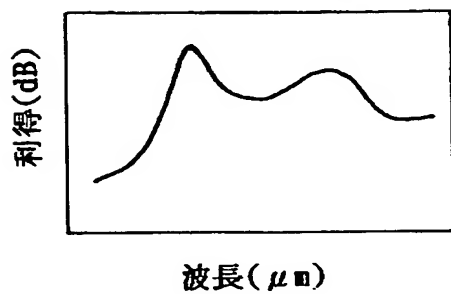


【図 28】



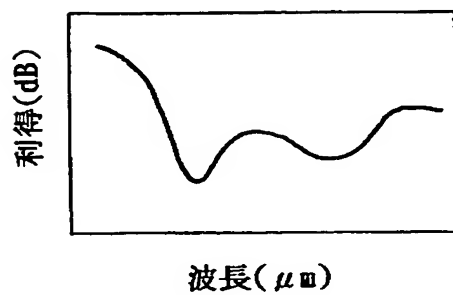
【図 2 9】

光ファイバー増幅器の利得曲線



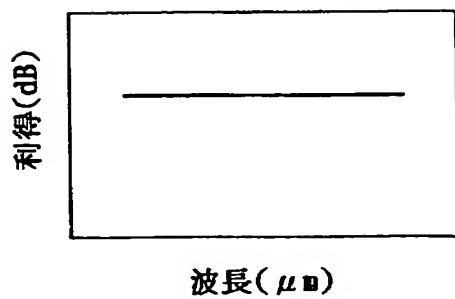
【図 3 0】

等化フィルターの利得曲線

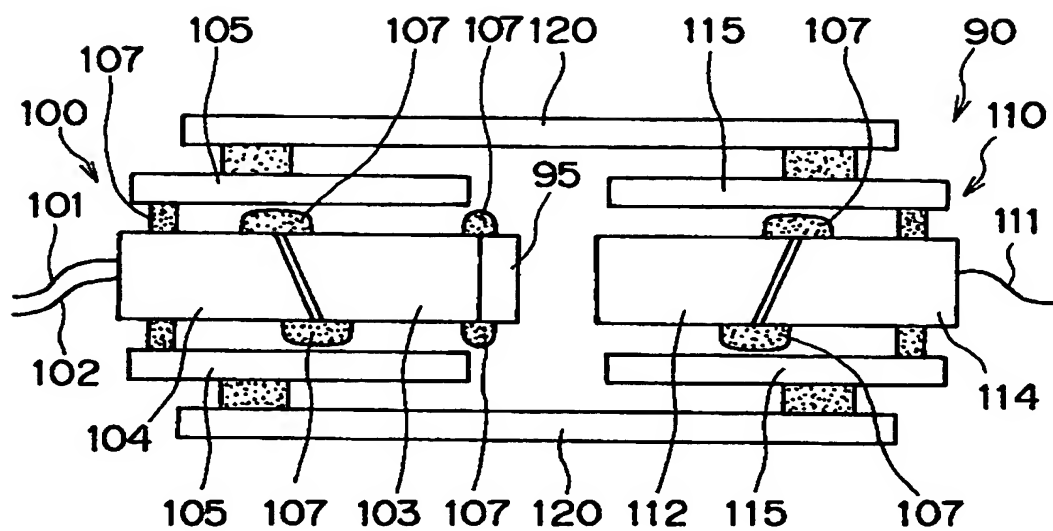


【図 3 1】

総合利得曲線



【図 3 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロッドレンズと光フィルタが接着剤により接合された光フィルタモジュールにおいて、接合面の間へ浸入した接着剤による光の損失を低減する。

【解決手段】 ロッドレンズと光フィルタの接合面のいずれか一方に浸入した接着剤を滞留させるための溝部を形成し、接着剤が光路に浸入するのを防止する。

【選択図】 図 1

特2000-401591

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000113263]

1. 変更年月日 1990年 8月16日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区中落合2丁目7番5号

氏 名 ホーヤ株式会社